

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11095261
PUBLICATION DATE : 09-04-99

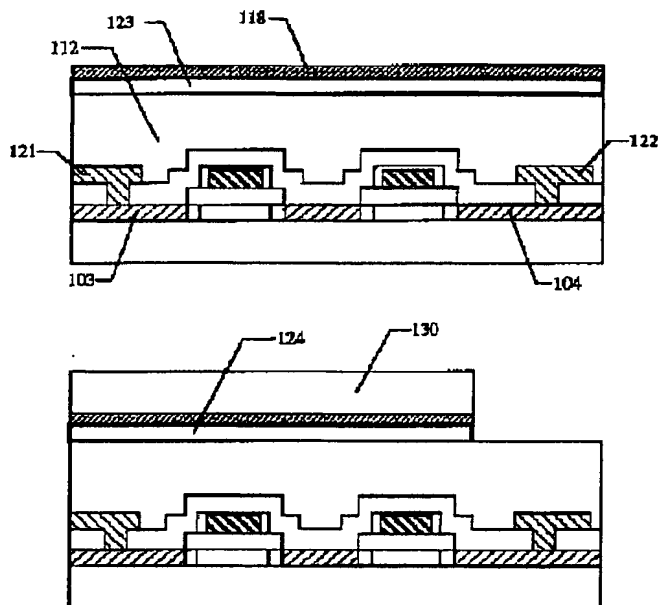
APPLICATION DATE : 19-09-97
APPLICATION NUMBER : 09273445

APPLICANT : SEMICONDUCTOR ENERGY LAB CO LTD;

INVENTOR : ISODA SHIRO;

INT.CL. : G02F 1/136 G02F 1/133 H01L 29/786
H01L 21/336

TITLE : LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE
AND ITS MANUFACTURE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to increase the storage capacity of a top capacitance type per unit area by providing the surface of a conductive layer with an inorg. layer of approximately the same shape and planarizing the surface of the org. resin under the conductive layer.

SOLUTION: A Ti is film found as a black matrix 123 by an RF sputtering method on the formed flat polyimide film 112. Titanium, aluminum, tantalum, chromium, titanium nitride, etc., may be properly used as the black matrix 123. The black matrix 123 is provided thereon with the inorg. layer 118 after the formation of the black matrix 123. The single layer of, for example, a silicon nitride film having a large dielectric constant is formed by using a plasma CVD method. A silicon oxide film, silicon nitrooxide film, DLC film, Al_2O_3 , Ta_2O_5 , TiO_3 , TaN and their laminated films, etc., are usable in addition to the silicon nitride film as the inorg. layer 118. The inorg. layer 118 is thereafter provided thereon with a resist 130 and is subjected to patterning, by which the patterns 124 of the black matrix are formed.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-95261

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月9日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 2 F 1/136

1/133

H 0 1 L 29/786

21/336

識別記号

5 0 0

5 5 0

F I

G 0 2 F 1/136

1/133

H 0 1 L 29/78

5 0 0

5 5 0

6 1 2 Z

6 2 7 A

審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 17 頁)

(21) 出願番号

特願平9-273445

(22) 出願日

平成9年(1997) 9月19日

(71) 出願人 000153878

株式会社半導体エネルギー研究所

神奈川県厚木市長谷398番地

(72) 発明者 張 宏勇

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半

導体エネルギー研究所内

(72) 発明者 坂倉 真之

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半

導体エネルギー研究所内

(72) 発明者 磯田 志郎

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半

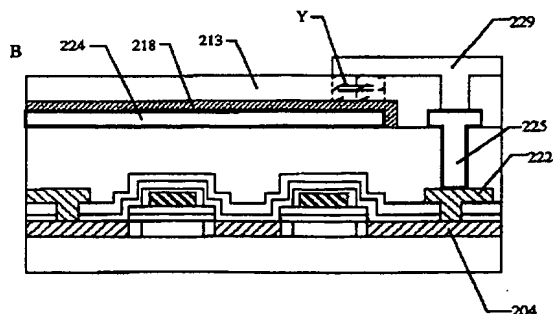
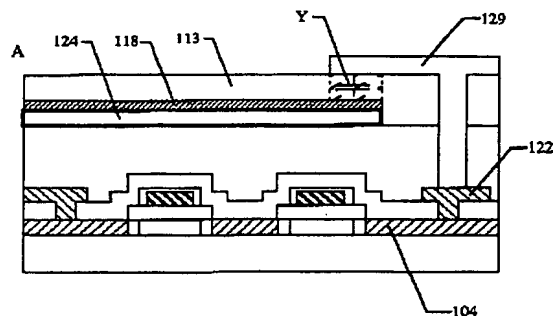
導体エネルギー研究所内

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置およびその作製方法

(57) 【要約】

【課題】 トップ容量型TFTの蓄積容量における単位面積当たりの容量を高めることを課題とする。

【解決手段】 画素とブラックマトリクスとで構成される蓄積容量の間に窒化珪素膜、酸化珪素膜、窒化酸化珪素膜等の無機層を挟むことにより、単位面積当たりの容量を高めることができた。



【特許請求の範囲】

【請求項1】有機樹脂に上下が挟まれた導電層を有する液晶表示装置において、

前記導電層の上には無機層が設けられ、

前記導電層の下有機樹脂は表面が平坦化され、

前記導電層と前記無機層は概略同一形状を有していることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】表面が平坦な有機樹脂の上に形成された、ブラックマトリクスと画素電極とから構成される蓄積容量を有する液晶表示装置において、

前記ブラックマトリクスと画素電極との間に複数の絶縁膜が配設され、

前記複数の絶縁膜の前記ブラックマトリクスに接する層は、無機層からなることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項3】表面が平坦な有機樹脂からなる層間絶縁膜の上に形成された、ブラックマトリクスと画素電極とから構成される蓄積容量を有する液晶表示装置において、前記ブラックマトリクスと画素電極との間に複数の絶縁膜が配設され、

前記複数の絶縁膜の前記ブラックマトリクスに接する層は、無機層からなり、

前記無機層は前記ブラックマトリクスと概略同一形状にパターンニングされていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項4】請求項1乃至3において、前記無機層は酸化珪素、窒化珪素または窒化酸化珪素からなることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項5】請求項1乃至3において、前記複数の絶縁膜の最も表面に近い層は平坦化された有機樹脂層であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項6】請求項1乃至3において、前記有機樹脂はポリイミドまたはアクリルからなることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項8】絶縁表面を有する基板の上に薄膜トランジスタを形成する第1の工程と、

前記薄膜トランジスタの上に有機樹脂からなる層を形成する第2の工程と、

前記有機樹脂からなる層の上に導電層を形成する第3の工程と、

前記導電層の上に少なくとも1層の無機層を形成する第4の工程と、

平坦化された有機樹脂層を設ける第5の工程とを有し、前記第4の工程と前記第5の工程の間に少なくとも1回のパターンニング工程を有することを特徴とする液晶表示装置の作製方法。

【請求項9】絶縁表面を有する基板の上に薄膜トランジスタを形成する工程と、

前記薄膜トランジスタを覆って第1の層間絶縁膜を形成する工程と、

前記第1の層間絶縁膜の上に表面が平坦な有機材料から

なる第2の層間絶縁膜を形成する工程と、

前記第2の層間絶縁膜の上にブラックマトリクスを形成する工程と、

前記ブラックマトリクスの上に無機層を形成する工程と、

前記ブラックマトリクスと前記無機層とを概略同一形状にパターンニングする工程と、

該工程の後に、有機樹脂からなる第3の層間絶縁膜を形成する工程と、

前記薄膜トランジスタのドレイン領域と電気的に連絡している画素電極を形成する工程とを有し、

前記画素電極と前記パターンニングされたブラックマトリクスとが蓄積容量を形成していることを特徴とする液晶表示装置の作製方法。

【請求項10】絶縁表面を有する基板の上に薄膜トランジスタを形成する工程と、

前記薄膜トランジスタを覆って第1の層間絶縁膜を形成する工程と、

前記第1の層間絶縁膜の上に表面が平坦な有機材料からなる第2の層間絶縁膜を形成する工程と、

前記第2の層間絶縁膜の上にブラックマトリクスを形成する工程と、

前記ブラックマトリクスをパターンニングする工程と、

前記パターンニングされたブラックマトリクスを陽極酸化する工程と、

該工程の後に、有機樹脂からなる第3の層間絶縁膜を形成する工程と、

前記薄膜トランジスタのドレイン領域と電気的に連絡している画素電極を形成する工程とを有し、

前記画素電極と前記パターンニングされたブラックマトリクスとが蓄積容量を形成していることを特徴とする液晶表示装置の作製方法。

【請求項11】請求項8または9において、前記無機層は酸化珪素、窒化珪素または窒化酸化珪素からなることを特徴とする液晶表示装置の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本明細書で開示する発明は、薄膜トランジスタを用いたアクティブマトリクス型の液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】薄膜トランジスタ（以下TFTと略）を用いたアクティブマトリクス型の液晶表示装置は、今日20型以上という大画面化、また、SXGA（super extended graphics array）という高精細化が実現されている。

【0003】また、アクティブマトリクス型の液晶表示装置は、ノートパソコンやPDA（personal digital assistant）等の携帯型の情報機器にも応用され、消費電力を少なくする努力が為されている。。

【0004】その一つとして、開口率を高めることによって消費電力を抑えることが可能である。理想的には、10型程度の液晶表示装置では、80%以上の開口率を、また4型程度の液晶表示装置では60%以上の開口率を目指している。

【0005】開口率を低下させる要因の一つとして、画素部における蓄積容量がある。特にプロジェクタ・ライトバルブ向けの3型以下の小型パネルのような高精細パネルでは、画素面積が小さいため蓄積容量の占有面積による開口率の低下が顕著に見られる。

【0006】蓄積容量の構造を分類すると、

- 1) ゲイト絶縁膜を利用したもの
- 2) 層間絶縁膜を利用したもの
- 3) パッシベーション絶縁膜を利用したもの
- 4) 上記1)～3)を組み合わせたものに分けられ、上記1)の構成が単位面積当たりの容量が大きいと広く利用されている。

【0007】また、蓄積容量の接続として、

- a) 専用容量配線を用いた共通電極型
- b) 隣接走査線を利用した兼用型の2種類があり、実際問題として、b)の接続方法は走査方向を変えると、画素TFTの電極側に瞬間的に発生する高電圧による画質の低下という問題が発生する。

【0008】

【発明の背景】専用容量配線を用いた共通電極型の一例として、遮光のためのブラックマトリクスをTFT上に配置し、更に共通電極として利用することにより、画素電極とブラックマトリクスとで蓄積容量を形成する方式(トップ容量型)は、既に本発明者によって出願されている(特願平08-58500号)。

【0009】また、このブラックマトリクスは、その下に配線されるソース配線、ゲイト配線等のバスラインに対するシールドとしての機能を有している。図8A、Bにトップ容量型を採用した液晶表示装置の画素部の断面構造を示す。

【0010】図8Aに示されるように、基板801上にダブルゲイトからなるTFTが構成されている。そして、チャネル領域802a、802bとソース領域803、ドレイン領域804および不純物領域805とからなる半導体層を有したTFTは、その上にゲイト絶縁膜810を介してゲイト電極820a、820bが配設されている。

【0011】そして、無機材料からなる第1の層間絶縁膜811がTFTを覆って形成されている。そして、コンタクトホールを介してTFTのソース領域803とソース電極821とがコンタクトしている。また、TFTのドレイン領域804とドレイン電極822とがコンタクトしている。

【0012】無機材料からなる第1の層間絶縁膜811とソース電極とを覆って有機樹脂からなる第2の層間絶

縁膜812が形成されている。この有機樹脂812は、TFTの配線等による凹凸を解消するために設けられ、その表面は概略平坦となっている。

【0013】こうして形成された有機樹脂膜812の上に導電性を有するブラックマトリクス824を配置し、その上に有機材料からなる第3の層間絶縁膜813が設けられている。そして、第3の層間絶縁膜813と第2の層間絶縁膜812に開口したコンタクトホールを介して、ドレイン電極822と画素電極829とがコンタクトし、TFTのドレイン領域804と画素電極829とが電気的に連絡している。

【0014】図8Aの構成で、Yで示される領域が、ブラックマトリクス824と画素電極829とを電極とする蓄積容量である。このブラックマトリクスは金属からなり、例えばTi、CrまたはTiN等が用いられる。

【0015】また、図8Bはブラックマトリクスを形成する前に第2の層間絶縁膜である有機樹脂812にコンタクトホールを形成し、ブラックマトリクスを形成する際にドレイン電極822とコンタクトする第2のドレイン電極825を形成した例である。

【0016】そして、有機材料からなる第3の層間絶縁膜813を設け、コンタクトホールを介して、画素電極829を第2の電極825とコンタクトさせ、TFTのドレイン領域804と電気的に連絡した構成となっている。

【0017】図8Bの構成においても領域Yが、ブラックマトリクス824と画素電極829とによる蓄積容量となっている。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】

【0019】上述のように、トップ容量型の液晶表示装置における蓄積容量(領域Y)は、ブラックマトリクス、画素電極および有機樹脂からなる第3の層間絶縁膜とから構成される。

【0020】このように上下の層を有機樹脂に挟まれた導電層は、周囲の有機樹脂中のパーティクル等による影響を受けやすい。特に、導電層は電極として用いることが多く、パーティクルによって電気的な短絡(ショート)を起こしやすい。

【0021】本発明者が研究した結果、使用前にフィルタを通すことにより0.5μm以上の大きさのパーティクルを除去することは可能であったが、0.5μm以下の大きさのパーティクルを完全に除去することは困難であった。

【0022】蓄積容量を構成する第3の層間絶縁膜として用いられる有機材料中にも0.5μm以下の大きさのパーティクルが残存する。そのため、画素電極とブラックマトリクスとがショートすることにより、容量としての機能が損なわれていた。また、ショートすることにより、点欠陥や線欠陥等の表示不良が発生していた。

【0023】本発明者の経験によると、 $0.5\mu\text{m}$ 以下のパーティクルによる表示不良の発生確率は、10万分の1～100万分の1程度と思われる。例えば、VGA (video graphics array) パネルはおよそ30万の画素を有しているが、 $0.5\mu\text{m}$ 以下のパーティクルによる点欠陥が多いときには数個発生する。

【0024】ところで、この蓄積容量の容量は、以下の式で表せる。

$$C = \epsilon S / d$$

(C: 容量、 ϵ : 電極間の誘電率、S: 電極面積、d: 電極間距離)

【0025】従って、この蓄積容量の単位面積当たりの容量を増加させる手段として、

- d) 電極面積を大きくする。
 - e) 画素電極とブラックマトリクスとの距離を縮める。
 - f) 電極間の誘電率を大きくする。
- ことが考えられる。

【0026】しかしながら、dの手段は現在様々な工夫がなされているが、基本的に開口率の低下を招き、特に小型のパネルにおいては実現が困難である。

【0027】また、上記eの方法は、容易に実現可能であるが、蓄積容量の単位面積当たりの容量を増やすために、第3の層間絶縁膜を薄くすると、第3の層間絶縁膜が有機樹脂から構成されるためパーティクルによる表示不良の発生確率が増加することは確実である。

【0028】fの方法を実現するためには、誘電率の大きい物質(例えば窒化珪素膜)を電極間に用いる必要がある。しかしながら、従来からブラックマトリクスをTFT上の上に形成する際に、電極および配線等によって生じる凹凸からの影響を排除するため、第2の層間絶縁膜として有機樹脂を用い平坦化している。

【0029】窒化珪素膜をブラックマトリクスの上に設ける際に、表面に露呈した第2の層間絶縁膜である有機樹脂から水やメタン等のガスが発生し、現状の成膜方法では良質な窒化珪素膜を得ることが難しいことが判明した。

【0030】また、有機樹脂に直接設けられた窒化珪素膜は応力によってピーリングしやすく、液晶表示素子の信頼性を損ねる結果となった。

【0031】更に、図9に示すように、窒化珪素膜918を設けることにより、画素電極がドレイン領域904と電気的に連絡するために、第3の層間絶縁膜913をテーパ状にエッチングし、続いて窒化珪素膜918をエッチングする。その後第2の層間絶縁膜912もエッチングするが、この工程で、図9に示すように窒化珪素膜918の下まで回り込んでエッチングしてしまう。

【0032】これは、第2の層間絶縁膜912と第3の層間絶縁膜913のエッチング速度は速く、無機層918のエッチング速度は遅いため、このような構成となる。その結果図9中Zで示す段差部分において画素電極

のコンタクト不良が生じ易くなるという問題も発生する。

【0033】尚、コンタクトホールは多少はテーパ状に形成されるが、他の図面では簡略のためコンタクトホールは矩形で示す。

【0034】本明細書で開示する発明は、有機樹脂のパーティクルによるショートを解消することを課題とする。

【0035】また、トップ容量型を蓄積容量に採用した液晶表示装置の単位面積当たりの容量を高めることを課題とする。

【0036】また、有機樹脂層の上に良質な膜を形成することを課題とする。

【0037】

【課題を解決するための手段】本明細書で開示する発明の構成の一つは、有機樹脂に上下が挟まれた導電層を有する液晶表示装置において、前記導電層の上には無機層が設けられ、前記導電層の下有機樹脂は表面が平坦化され、前記導電層と前記無機層は概略同一形状を有していることを特徴とする。

【0038】また、本明細書で開示する他の発明の構成は、表面が平坦な有機樹脂の上に形成された、ブラックマトリクスと画素電極とから構成される蓄積容量を有する液晶表示装置において、前記ブラックマトリクスと画素電極との間に複数の絶縁膜が配設され、前記複数の絶縁膜の前記ブラックマトリクスに接する層は、無機層からなることを特徴とする。

【0039】また、本明細書で開示する他の発明の構成は、表面が平坦な有機樹脂からなる層間絶縁膜の上に形成された、ブラックマトリクスと画素電極とから構成される蓄積容量を有する液晶表示装置において、前記ブラックマトリクスと画素電極との間に複数の絶縁膜が配設され、前記複数の絶縁膜の前記ブラックマトリクスに接する層は、無機層からなり、前記無機層は前記ブラックマトリクスと概略同一形状にパターニングされていることを特徴とする。

【0040】また、本発明の構成の他の一つとして、絶縁表面を有する基板の上に薄膜トランジスタを形成する第1の工程と、前記薄膜トランジスタの上に有機樹脂からなる層を形成する第2の工程と、前記有機樹脂からなる層の上に導電層を形成する第3の工程と、前記導電層の上に少なくとも1層の無機層を形成する第4の工程と、平坦化された有機樹脂層を設ける第5の工程とを有し、前記第4の工程と前記第5の工程の間に少なくとも1回のパターニング工程を有することを特徴とする。

【0041】また、本発明の構成の他の一つとして、絶縁表面を有する基板の上に薄膜トランジスタを形成する工程と、前記薄膜トランジスタを覆って第1の層間絶縁膜を形成する工程と、前記第1の層間絶縁膜の上に表面が平坦な有機材料からなる第2の層間絶縁膜を形成する

工程と、前記第2の層間絶縁膜の上にブラックマトリクスを形成する工程と、前記ブラックマトリクスの上に無機層を形成する工程と、前記ブラックマトリクスと前記無機層とを概略同一形状にパターンニングする工程と、該工程の後に、有機樹脂からなる第3の層間絶縁膜を形成する工程と、前記薄膜トランジスタのドレイン領域と電氣的に連絡している画素電極を形成する工程とを有し、前記画素電極と前記パターンニングされたブラックマトリクスとが蓄積容量を形成していることを特徴とする。

【0042】また、本発明の構成の他の一つとして、絶縁表面を有する基板の上に薄膜トランジスタを形成する工程と、前記薄膜トランジスタを覆って第1の層間絶縁膜を形成する工程と、前記第1の層間絶縁膜の上に表面が平坦な有機材料からなる第2の層間絶縁膜を形成する工程と、前記第2の層間絶縁膜の上にブラックマトリクスを形成する工程と、前記ブラックマトリクスをパターンニングする工程と、前記パターンニングされたブラックマトリクスを陽極酸化する工程と、該工程の後に、有機樹脂からなる第3の層間絶縁膜を形成する工程と、前記薄膜トランジスタのドレイン領域と電氣的に連絡している画素電極を形成する工程とを有し、前記画素電極と前記パターンニングされたブラックマトリクスとが蓄積容量を形成していることを特徴とする。

【0043】また、前記無機層は酸化珪素、窒化珪素または窒化酸化珪素からなることを特徴とする。

【0044】また、前記複数の絶縁膜の最も表面に近い層は平坦化された有機樹脂層であることを特徴とする。

【0045】このように、誘電率の大きい無機層をブラックマトリクスの上に設けることにより、単位面積当たりの容量を高めることが可能となる。

【0046】また、トップ容量型のブラックマトリクスは、有機樹脂に挟まれた導電層という構成である。無機層を形成することにより、ブラックマトリクスが有機樹脂のパーティクルに対して保護されショートすることが抑制することができた。

【0047】

【発明の実施の形態】本発明の構成で、無機層としては、誘電率が重要となり、非晶質窒化珪素膜、非晶質酸化珪素膜、窒化酸化珪素膜 (SiO_xN_y)、DLC (diamond like carbon) 膜、 Al_2O_3 、 Ta_2O_5 、 TiO_2 およびこれらの積層膜等を用いることができる。特に誘電率が大きく、選択的にエッチングが可能な窒化珪素膜を用いることが好ましい。

【0048】これらの材料の誘電率の代表的な値を以下に示す。また、比較としてポリイミドおよびアクリルの誘電率も示す。

非晶質窒化珪素膜	$\epsilon = 7$
非晶質酸化珪素膜	$\epsilon = 4$
窒化酸化珪素膜	$\epsilon = 4.5 \sim 5$
DLC 膜	$\epsilon = 8 \sim 12$

Al_2O_3	$\epsilon = 8$
Ta_2O_5	$\epsilon = 20 \sim 27$
TiO_2	$\epsilon = 30 \sim 40$
ポリイミド	$\epsilon = 2.8 \sim 3.4$
アクリル	$\epsilon = 3.2$

【0049】無機層を設ける際に、その膜厚が重要になる。膜厚を薄くして電極間の距離を短くすることが好ましいが、蓄積容量の絶縁破壊電圧は少なくとも20V以上としたい。

【0050】また、膜厚が10~30nmと薄くなると、均一な膜厚を得ることが難しくピンホールの発生などを引き起こす。

【0051】また、無機層の膜厚が厚くなると、ブラックマトリクスと無機層による段差が大きくなり、第3の層間絶縁膜によって平坦化が困難になる。そのため、第3の層間絶縁膜の膜厚も厚くすることになり、蓄積容量の減少を招く。そのため、無機層の膜厚は、ブラックマトリクスと無機層の合計の膜厚が700nm以下、好ましくは500nm以下とする。

【0052】そのため、窒化珪素膜を単層で用いるのであれば、少なくとも50nm以上の膜厚を必要とする。ブラックマトリクスを200nm設けた場合の窒化珪素膜は50~300nmとする。好ましくは、50~200nm、更に好ましくは50~100nmの膜厚で用いる。

【0053】多層構造からなる無機層を用いるならば、ブラックマトリクス上に誘電率の大きいDLC膜を形成し、その上に窒化珪素膜、酸化珪素膜又は窒化酸化珪素膜からなる上層を設けた構成を利用することが可能である。

【0054】このような構成を採ることにより、塩素系のエッチャントによるエッチングにより上層を選択的にエッチングした後に、酸素系のエッチャントによるエッチングによりDLC膜をエッチングする。このエッチングにより同時に、レジストのアッシングも行うことができ、他の多層構造に比べてより少ない工程でパターンニングされた無機層を得ることができた。

【0055】また、酸化珪素膜は、誘電率ではポリイミドとさほど変わらないが、酸化珪素膜は絶縁性が高く漏洩電流が少ない。そのため、ショート等に対する高い信頼性が得ることができ、蓄積容量の絶縁膜として用いることは有効である。特に、無機層を多層構造とする際に、酸化珪素膜をその一つとして用いることは有効である。

【0056】また、ブラックマトリクスにAl或いはTaを用いた場合、陽極酸化を行うことにより、 Al_2O_3 や Ta_2O_5 を表面に形成すると、誘電率の大きい無機層が、ブラックマトリクスとの応力により発生するピーリングを少なくでき、自己整合的に形成できるため有効である。

【0057】更に、無機層をブラックマトリクスに接して配置するため、第3の層間絶縁膜である有機材料中に、 $0.5\mu\text{m}$ 以下の大きさのパーティクルが残存することにより発生する表示不良を減少させることができた。

【0058】また、本願発明の作製方法としては、ブラックマトリクスをパターニングする前に無機層を成膜することを基本とする。つまり、無機層の形成後で第3の層間絶縁膜を形成する前に少なくとも1回のパターニング工程を有する。

【0059】ただし、前述のように陽極酸化膜を無機層として用いる場合はその限りではなく、パターニング後に陽極酸化膜を形成しても良い。

【0060】その結果、有機樹脂からなる第2の層間絶縁膜からのガスの放出を防ぐことが実現できた。

【0061】また、ブラックマトリクスと無機層を概略同一形状にパターニングすることにより、応力を緩和することができピーリングを抑制することができた。

【0062】以上の構成は、ブラックマトリクスと画素電極とからなる蓄積容量を例に説明したが、本発明の構成は、有機樹脂に挟まれた導電層に対して、パーティクルに対する問題を解消するために用いることが可能である。

【0063】有機樹脂に挟まれた導電層の例としては、第1の層間絶縁膜に有機樹脂を用いた場合のソース配線やドレイン電極が考えられる。

【0064】尚、本明細書中では、同一のマスクによりパターニングされた複数の膜に対して、概略同一形状を有していると認める。また、後述するように、無機層をひさし状に形成した場合のブラックマトリクスと無機層とは概略同一形状を有していると認める。

【0065】本明細書でいう電極とは、TFTのソース領域或いはドレイン領域と電気的に連絡を取るための部分の導電体を指す。また、ゲイトとしてTFT中で機能する部分の導電体を指す。

【0066】本明細書中という塩素系のエッチャントとは、塩素若しくは塩素を一部に含む気体を指し、例えば、 Cl_2 、 BCl_3 、 SiCl_4 、 HCl 、 CCl_4 等の単一気体若しくは混合気体、さらにこれらの単一気体若しくは混合気体を塩素を含まない気体（例えば H_2 、 O_2 、 N_2 等）で希釈したものを指す。

【0067】更に、本明細書中というフッ素系のエッチャントとは、フッ素若しくはフッ素を一部に含む気体を指し、例えば、 F_2 、 BF_3 、 SiF_4 、 HF 、 CF_4 等の単一気体若しくは混合気体、さらにこれらの単一気体若しくは混合気体を塩素を含まない気体（例えば H_2 、 O_2 、 N_2 等）で希釈したものを指す。

【0068】また、本明細書中という酸素系のエッチャントとは、酸素を含む気体を指し、例えば、 O_2 、 O_3 等および O_2 、 O_3 等を酸素を含まない気体（例えば N_2 、 He 等）で希釈したものを指す。

【0069】

【実施例】

〔実施例1〕図1に本明細書で開示する発明を利用したアクティブマトリクス型の液晶表示装置の画素の概略上面図を示す。図中の107で示されるのがTFTの半導体層であり、126がゲイト配線である。また、127で示されるのがソース配線であり、121がソース電極である。図中で、各配線上には太線で示すブラックマトリクス124が形成されている。そして、図中点線で示す画素電極129が、ドレイン電極122でTFTと電気的に連絡している。

【0070】図中で太線と点線とで囲まれた右上がりの斜線部Yが、ブラックマトリクスと画素電極との重畳した領域となり、蓄積容量を形成している。

【0071】図2Aに図1のX-X'部のTFT基板の概略断面図を示す。また、図4A～Cにその作製工程図を示す。

【0072】まず、図4Aに示すように基板101に図示しない下地絶縁膜を形成する。基板として、ガラス基板、石英基板又は半導体基板を用いることができる。本実施例においてはガラス基板を用いる。また、基板に被処理面を十分に洗浄した石英基板を用いるならば下地絶縁膜は特に設けなくともよい。

【0073】また、下地絶縁膜は、酸化珪素膜、窒化珪素膜、窒化酸化珪素膜等を100～300nmの膜厚で利用することができる。本実施例では、プラズマCVD（Chemical Vapor Deposition）法によって、TEOSを原料に用いた酸化珪素膜を200nmの膜厚に形成する。

【0074】次に、下地酸化珪素膜上に半導体層を形成する。本実施例では、半導体層として、真性の非晶質珪素膜をプラズマCVD法によって20～100nm、本実施例では50nmの膜厚に形成する。珪素膜は、プラズマCVD法の他にLPCVD（low Pressure CVD）法を用いてもよい。

【0075】本実施例では真性の非晶質珪素膜を作製したが、閾値制御のためにボロンを添加したP型の珪素膜やリンを添加したN型の珪素膜を用いてもよい。また、多結晶珪素膜や微結晶珪素膜を用いてもよい。更に、珪素膜以外に、化合物半導体、例えばGaAs、 $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ （ $0 < x < 1$ ）、GaP、InP、InSb、CdS又はPbSe等をMOCVD（Metal Organic CVD）法で作製し、半導体層として用いることもできる。

【0076】そして、非晶質珪素膜にパターニングを施したマスク酸化珪素膜を設け、Niを添加する。このNiは、結晶化工程において、非晶質珪素膜の結晶化をより低温で行う触媒として機能する。その詳細な機構は特開平08-78329号に開示されている。

【0077】このようにして、選択的に珪素膜に添加さ

れたNi元素は、加熱アニールによって、結晶が添加部分から基板に平行な方向に横成長をする。本実施例では、560℃で17時間結晶化を行う。

【0078】その後、マスク酸化珪素膜を除去し、新たにパターニングを施した酸化珪素膜を形成し、露出した部分の結晶性珪素膜にリンを添加する。このリンは、結晶化に用いたNi元素を結晶性珪素膜からゲッターリングする効果を有している。リンによるゲッターリングの詳細は特願平07-216608号に記載されている。

【0079】リンを $1 \times 10^{17} \text{cm}^{-3} \sim 2 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$ 、本実施例では $5 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ の濃度に添加した。その後、基板を550～650℃、本実施例では600℃に加熱することによりゲッターリングを行う。

【0080】こうして形成された結晶性珪素膜をパターニングし、珪素膜の上にゲイト絶縁膜を形成する。ゲイト絶縁膜は、酸化珪素膜、窒化珪素膜、窒化酸化珪素膜又はこれらの積層膜を100～300nmの膜厚で用いることができるが、本実施例では、 SiH_4 と N_2O を用いたプラズマCVD法によって窒化酸化珪素膜を120nmの膜厚としてゲイト絶縁膜とした。

【0081】その後、ゲイト配線となる金属をスパッタリングによって成膜し、パターニングを施すことにより、一部がゲイト電極120a、120bであるゲイト配線126を400nmの膜厚に形成する。本実施例では、ゲイト配線としてアルミニウム合金を用いたが、ゲイト配線用の材料にクロム、タンタル、モリブデンとタンタルの合金、TaとAlの積層又はクロムとアルミニウムの積層等を用いてもよい。

【0082】次に、ゲイト配線に陽極酸化を行い、陽極酸化膜を形成する。この陽極酸化膜は外側に形成された多孔質の陽極酸化膜と、内側に形成された緻密な陽極酸化膜との2種類を形成する。この2種類の陽極酸化膜によって、低不純物領域およびオフセット領域を形成する。詳細は特開平07-135318号に記載されている。

【0083】続いて、ゲイト配線および陽極酸化膜の下の部分を除くゲイト絶縁膜をエッチングする。その後、外側に形成された多孔質の陽極酸化膜を除去する。この状態で、ゲイト配線をマスクとして自己整合的に不純物をドーピングする。本実施例では、不純物としてリンをドーピングし、N型のTFTを作製した。P型のTFTを形成したいときはリンの代わりにボロンをドーピングすれば良い。

【0084】その後、リンがドーピングされたソース領域、ドレイン領域、不純物添加領域を活性化するためにエキシマーレーザを照射する。このレーザ光として、 XeCl 、 ArF 、 KrF 、 KrCl 等を用いることができるが、本実施例では KrF を用いた発振波長248nmのエキシマーレーザを用いて、線状スキャン方式で活性化を行った。

【0085】このN型TFTは、ゲイト電極120a、120bの下に形成されたチャネル領域102a、102bを有し、ゲイト絶縁膜110a、110bによってドーズ量が少なくなった低不純物領域106がソース103とチャネル102aの間、不純物添加領域105とチャネル102a、102bの間およびドレイン104とチャネル102bの間に設けられており、緻密な陽極酸化膜115a、115bの下にはオフセット領域が形成されている。

【0086】こうして完成したN型TFTを覆って、第1の層間絶縁膜111を形成する。この第1の層間絶縁膜には無機材料、例えば酸化珪素膜、窒化珪素膜、窒化酸化珪素膜、リン珪酸ガラス(PSG)又はこれらの積層膜を用いることができるが、本実施例では、酸化珪素膜を900nm形成して、第1の層間絶縁膜として用いる。

【0087】このようにして、図4Aに示す構成を得る。そして、第1の層間絶縁膜にコンタクトホールを開く。そして、ソース配線となる金属を成膜する。この金属として、アルミニウム、クロム、タンタル、モリブデンとタンタルの合金、タンタルとアルミニウムの積層、チタンとアルミニウムの積層又はクロムとアルミニウムの積層等を用いることができる。本実施例では、チタン/アルミニウム/チタンの積層膜を用いて、それぞれ1500/3000/100nmの膜厚にスパッタ法で形成した。

【0088】その後、ソース配線127にパターニングする。そして、コンタクトホールを介して、ソース配線の一部であるソース電極121とソース領域103とがコンタクトを形成する。また、同時にドレイン領域104に形成されたコンタクトホールを介して、ドレイン電極122が形成される。更に、図示はしていないが、このソース配線の形成において、ブラックマトリクスを接地電位にするための引き出し電極も形成する。

【0089】その後、第2の層間絶縁膜112としてポリイミドを設ける。成膜方法は、スピナーを用いたスピンコーティング法を利用することにより、容易に表面が平坦な被膜を得ることができる。スピナーにはフィルターを設けており、0.5μm以上の大きさのパーティクルを除去することができる。また、第2の層間絶縁膜にはポリイミドの他にアクリル或いは他の有機樹脂を使用することが可能である。また、第2の層間絶縁膜として無機材料からなる絶縁膜と有機樹脂からなる絶縁膜との積層構造も可能である。第2の層間絶縁膜は500nm～3.0μm、本実施例では1.0μmの膜厚に成膜する。

【0090】続いて、ポリイミドを300℃で1時間加熱することにより焼成する。こうして形成された平坦なポリイミド膜112の上に、ブラックマトリクス123としてTiをRFスパッタ法で、150℃に加熱しつつ

200 nmの膜厚に成膜する。このブラックマトリクス123は、蓄積容量の一方の電極となり、0Vの電位に保つため、後の工程でソース配線と同時に形成した引き出し電極と電氣的に連絡する。

【0091】ブラックマトリクスとしては、チタン、アルミニウム、タンタル、クロム、窒化チタン等を適宜用いることができる。その膜厚も100～400 nmの範囲で選択できる。

【0092】ブラックマトリクスにアルミニウム、タンタル、クロム、窒化チタンを設けるには、スパッタリングによって成膜することができる、特にRFスパッタ法を用いることが簡易である。また、蒸着法を用いて成膜することも可能である。

【0093】ブラックマトリクスを形成した後に、無機層118をブラックマトリクスの上に設ける。本実施例では、誘電率の大きい窒化珪素膜を単層、プラズマCVD法を用いて形成する。本実施例での諸条件は、反応ガスとして SiH_4 、 NH_3 および N_2 を5 sccm/38 sccm/87 sccmで用い、反応温度250℃で、100 nmの膜厚に成膜する。

【0094】無機層118としては、窒化珪素膜の他に酸化珪素膜、窒化酸化珪素膜、DLC膜、 Al_2O_3 、 Ta_2O_5 、 TiO_2 、 TaN およびこれらの積層膜等を用いることができる。

【0095】無機層118として酸化珪素膜を用いる場合は、本実施例のプラズマCVD法において反応ガスを SiH_4 又は TEOS と酸素又はオゾンとを用いれば良い。窒化酸化珪素膜を用いる場合は、反応ガスを SiH_4 と N_2O または／および N_2 とすればよい。DLC膜を用いる場合は、水素雰囲気中で炭素ターゲットをスパッタする方法や、イオンビーム堆積法、ECR (electron cyclotron resonance) CVD法を用いて炭化水素化合物またはそれに加えて水素を反応ガスとして成膜すればよい。本実施例の無機層として、 Al_2O_3 、 Ta_2O_5 、 TiO_2 または TaN を利用する場合は、スパッタ法を用いて成膜すればよい。

【0096】無機層に結晶性の被膜を用いると、結晶粒界によってピンホールや亀裂が生じ、表示不良やムラの原因になる可能性が高いため、蓄積容量に用いる無機層は均一な膜質の非晶質被膜が好ましい。そのため、無機層の成膜の際に、反応圧力を高くするまたは／および温度を低くするなどにより無機層を非晶質とすることが好ましい。

【0097】こうして、図4Bに示す構成を得る。その後、無機膜118の上にレジストを設け、パターンニングを施すことによりブラックマトリクスのパターン130を形成する。

【0098】そして、無機層である窒化珪素膜をRIE (reactive ion etching) 等による異方性のドライエッチングによってエッチングする。エッチャントとしては

フッ素系、本実施例では CF_4/O_2 を40 sccm/60 sccmで用いた。

【0099】無機膜が窒化珪素膜、酸化珪素膜、窒化酸化珪素膜、 Ta_2O_5 または TaN の場合、エッチャントとしてフッ素系のエッチャントを用いれば良い。また、DLC膜の場合であれば、エッチャントに酸素系を用いれば良い。また、化学的に安定な物質、例えば Al_2O_3 や TiO_2 等には、 He イオンや Ar イオン等を用いた物理的なエッチング(例えばイオンミリング)を利用することが可能である。

【0100】その後、同一のマスクでブラックマトリクスであるチタン膜をエッチングする。エッチャントとして塩素系のエッチャント、本実施例では、 $\text{Cl}_2/\text{BCl}_3/\text{SiCl}_4$ を40 sccm/10 sccm/180 sccmで用いた。

【0101】また、 Cr 、 Al 、 TiN をブラックマトリクスに用いた場合は、同様に塩素系のエッチャントを用いてエッチングすればよい。また、 Ta を用いた場合は、フッ素系のエッチャントを用いてエッチングすれば良い。

【0102】無機層を物理的なエッチングでパターンする場合に、同時にブラックマトリクスまでエッチングすることは有効である。また、無機層に用いた材料が、塩素系のエッチャントでエッチングできる場合は、同時にブラックマトリクスもエッチングすることができ工程を簡略化することができ効果的である。

【0103】また、ブラックマトリクスをエッチングする際に塩素系のエッチャントを用いると、下地の有機樹脂からなる第2の層間絶縁膜112への影響を少なくすることが可能である。

【0104】このように、無機層118を形成した後であって、且つ第3の層間絶縁膜113を形成する前に、少なくとも1回(本実施例では無機層とブラックマトリクスとで2回)のパターニング工程を有している。

【0105】こうして、図2Cに示すようにパターンニングされたブラックマトリクス124を得る。この後、パターン130をウェットエッチングで剥離する。そして、第3の層間絶縁膜113を形成する。本実施例では、再びポリイミドを0.3～0.7 μm 、本実施例では、0.5 μm の膜厚にフィルター付きのスピンナーを用いて塗布する。

【0106】第3の層間絶縁膜113としては、表面に画素電極を形成するため平坦な膜が必要であり、ポリイミド、アクリル等の有機樹脂を用いることが可能である。また、第3の層間絶縁膜113を第2の層間絶縁膜112と同一材料を用いると、応力を抑制することができ、優れた密着性を得ることができる。更に、コンタクトホールの開口に際して、エッチングレートが等しいのでエッチング残りを減らすことができ、コンタクト不良を抑制することが可能であった。

【0107】こうして形成された第3の層間絶縁膜の上にレジストを用いてパターンを形成し、コンタクトホールをパターニングする。本実施例では、 $\text{CF}_4/\text{O}_2/\text{He}$ を5sccm/95sccm/40sccmで用いてドライエッチングによって形成する。

【0108】コンタクトホールの開口は、ウェットエッチングによっても形成することができるが、ドライエッチングで行う方がマージンを少なくでき、余分なスペースを減らすことができより好ましかった。また、このコンタクトホールを形成する際に、同時に引き出し線とブラックマトリクスとを電氣的に連絡させるためのコンタクトホールを形成する。

【0109】そして、レジストを除去して、画素電極となる導電膜を形成し、ドレイン電極122を介して、TFTのドレイン領域104と電氣的に連絡をさせた。この導電膜には本実施例では、ITO (Indium Tin Oxide) を用いた。同時に、この導電膜によって、ブラックマトリクスと引き出し線とを電氣的に連絡させた。

【0110】そして、導電膜をパターニングすることによって画素電極129を形成する。こうして、図2Aに示すように本発明を利用した液晶表示装置のTFT基板を完成させる。

【0111】こうして形成されたTFT基板を用いた液晶表示装置は、画素電極129とブラックマトリクス124との間に無機層118として窒化珪素膜が形成されている。このため、画素部の蓄積容量を増やすことができ、高いコントラストを得ることが可能となった。また、単位面積当たりの容量を大きくすることが実現できたため、ブラックマトリクスと、画素電極とによって形成される蓄積容量の面積を少なくすることができ、その結果、画素面積を広くすることができた。

【0112】本実施例では、画素電極としてITOを用いた透過型の液晶表示装置を作製したが、画素電極にAlやTi等の反射電極を用いて反射型の液晶表示装置を作製することも可能である。AlやTi等の反射電極は、スパッタ法を用いて形成すればよい。

【0113】本実施例では、ブラックマトリクス124と無機層118とを自己整合的に形成したため同一形状となっているが、図3Bに示すように、ブラックマトリクス124をパターニング工程で過剰にエッチングすることにより、無機層118をひさし型とした構成をとると、ブラックマトリクスの端部においても有機樹脂のパーティクルによるショートから保護することができ好ましかった。

【0114】図3Bの中で、129が画素電極、113が第3の層間絶縁膜であり、領域Yが蓄積容量部となっている。

【0115】また、本実施例では、ブラックマトリクスと無機層とを自己整合的に形成したため同一形状となっているが、ブラックマトリクスと無機層のマスクを変え

ることにより、異なるパターンとすることも、本発明の有機樹脂の上に良質の無機層を設けるという効果を損ねるものではない。

【0116】尚、ブラックマトリクスと無機層のマスクを変えても、無機層のひさし型の部分を除いて、無機層の下にはブラックマトリクスが必ずあり、無機層の形成後であり、第3の層間絶縁膜の形成前に少なくとも1回のパターニング工程を有している。

【0117】[実施例2] 本実施例は、図2Bにその構造を示すように、ドレイン領域と、画素電極との電氣的な連絡をとるためのドレイン電極の一つに、第2のドレイン電極225をブラックマトリクスを利用した例である。その作製工程を図5A～Cに示す。

【0118】まず、基板201として、表面を良く洗浄した石英基板を用いる。そして、基板201の上に非晶質の珪素膜を80nmの膜厚にLPCVD法を用いて成膜する。

【0119】そして、実施例1と同様にしてNiを添加して結晶化を行う。その後、HClを1～10vol%含む酸素雰囲気中で850～1100℃に加熱することにより、熱酸化膜を形成する。本実施例では、HClが3vol%、950℃、30分の条件で熱酸化膜を形成する。こうすることにより、Ni元素が塩素によって熱酸化膜中にゲッターリングされる。

【0120】そして、この熱酸化膜を除去する。その後、少なくともTFTのチャネルとなる領域にボロンを添加する。このボロンは、TFTの閾値制御のために添加する。本実施例では、 $6 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ のドーズ量添加する。

【0121】こうして形成された結晶性の珪素膜にパターニングを施す。そして、結晶性珪素膜の上にゲイト絶縁膜として、 SiH_4 と N_2O を用いたプラズマCVD法によって、窒化酸化珪素膜を成膜する。本実施例では、100nmの膜厚に成膜する。そして、再びHClを1～10vol%含む酸素雰囲気中で850～1100℃に加熱することにより、熱酸化膜を形成する。この熱酸化膜は結晶性の珪素膜と窒化酸化珪素膜との間に形成されることによって、ゲイト絶縁膜の耐圧を大きく向上できる。

【0122】そして、ゲイト配線となる金属膜をスパッタ法により成膜する。本実施例ではAlを用いて、400nmの膜厚に成膜する。そして、実施例1と同様に、ゲイト配線にパターニングし、2種類の陽極酸化膜を形成する。その後、ゲイト絶縁膜をゲイト配線および陽極酸化膜をマスクとしてエッチングすることにより、窒化酸化珪素膜よりなるゲイト絶縁膜210" a、210" bと熱酸化膜よりなるゲイト絶縁膜210' a、210' bが形成される。

【0123】そして、実施例1と同様に多孔質の陽極酸化膜を除去し、リンを添加することにより、N型のTFT

Tを形成する。このN型のTFTは、ゲイト電極220a、220bの下に形成されたチャネル領域202a、202bと、ゲイト絶縁膜によってドーズ量が少なくなった低不純物領域206が、ソース203とチャネル202aの間、不純物添加領域205とチャネル202a、202bの間およびドレイン204とチャネル202bの間に設けられており、緻密な陽極酸化膜215a、215bの下にはオフセット領域が形成されている。

【0124】このN型TFTの上に第1の層間絶縁膜を形成する。本実施例では、第1の層間絶縁膜として酸化珪素膜211'とリン珪酸ガラス膜211"との積層膜を用いる。酸化珪素膜は、TEOSとO₂を用いたプラズマCVD法により100nmの膜厚に形成する。そしてその上にリン珪酸ガラス膜をTEOSとPH₃とO₂を用いたプラズマCVD法により、800nmの膜厚に形成する。

【0125】そして、コンタクトホールを開口して、ソース配線となる金属を形成する。本実施例では、実施例1と同様のTi/Al/Tiを用いた。そして、パターニングを施すことにより、ソース配線とソース領域203とがコンタクトしているソース電極221が形成される。同時に、ドレイン領域204と電氣的に連絡している第1のドレイン電極222とが形成される。

【0126】この工程において、実施例1と同様に画素部の外にはブラックマトリクスを接地電位とするための引き出し電極がTi/Al/Tiにより形成される。

【0127】次に、第2の層間絶縁膜212として、アクリルを0.6~2.0μm、本実施例では1.2μm設ける。アクリルは、スピナーを用いたスピンコーティング法により、平坦な表面を有する第2の層間絶縁膜を得る。そして、250℃で1時間加熱することによりアクリルを焼成する。

【0128】この第2の層間絶縁膜に、ドレイン領域と電氣的に連絡をとるためのコンタクトホールを形成する。この工程は、フッ素系のエッチャントを用いたドライエッチングにより行う。同時に、ブラックマトリクスと引き出し電極とが電氣的に連絡をとるためのコンタクトホールを開口する。

【0129】そして、ブラックマトリクスとしてTaを100~300nm、本実施例では150nmの膜厚に形成する。次に、ブラックマトリクスの上にレジストを設けパターニングすることによりパターン230を形成する。

【0130】パターン230をマスクとして、フッ素系のエッチャントを用いてブラックマトリクスに異方性のドライエッチングを施す。この工程で、図示していないがフッ素系のエッチャントにより第2の層間絶縁膜212もわずかにエッチングされ膜厚が薄くなる。

【0131】こうして、図5Bに示すように、ブラック

マトリクスのパターン224と、第2のドレイン電極225が形成される。また、ブラックマトリクスと引き出し電極とが電氣的に連絡する。

【0132】次に、レジストのパターン230を除去し、ブラックマトリクス224を陽極としてリン酸アンモニウム水溶液を電界溶液に用いた陽極酸化を行い陽極酸化膜Ta₂O₅218を70~300nm、本実施例では150nmの膜厚に形成する。また、電界溶液として、マロン酸等の有機酸、酒石酸アンモニウム、リン酸アンモニウムまたは硼酸アンモニウムの水溶液等を用いることができる。

【0133】本実施例では、パターニング後に陽極酸化を施すため、ブラックマトリクス224と第2のドレイン電極225とが電氣的に連絡していない。そのため、陽極酸化によってブラックマトリクスの外部にさらされた表面には陽極酸化膜が形成されるが、第2のドレイン電極225には陽極酸化膜が形成されない。その結果、画素電極と第2のドレイン電極225とのコンタクトホールの形成を容易にすることができる。

【0134】本実施例では、ブラックマトリクスをパターニングしてから陽極酸化を行ったが、パターニング前に陽極酸化を行い全面に陽極酸化膜を形成してもよい。特に、無機層として陽極酸化膜と他の無機層との積層構造とするときには、パターニング前に陽極酸化を行い全面に陽極酸化膜を形成後、他の無機層、例えば酸化珪素膜を形成する必要がある。

【0135】こうして図5Cに示す状態を得る。次に、第3の層間絶縁膜213として再びアクリルを形成する。アクリルはスピナーを用いて、0.2~0.7μm、本実施例では0.3μmの膜厚に形成後250℃で焼成してアクリルを成膜する。

【0136】続いて、第2のドレイン電極225へのコンタクトホールを開口するために、アクリルをドライエッチングする。エッチングは、フッ素系のエッチャントを用いて行う。注意すべき点は、第2のドレイン電極であるTaもフッ素系のエッチャントによりエッチングされるため、選択比を取れるようにエッチャントを工夫する必要がある。本実施例ではCF₄/O₂/Heを5sccm/95sccm/40sccmで用いる。

【0137】次に、画素電極となる導電膜としてITOを成膜し、パターニングを施す。こうして図2Bに示すように、ドレイン領域204と第1のドレイン電極222および第2のドレイン電極225を介して電氣的に接続した画素電極229を形成することができた。

【0138】また、図2B中の領域Yで示されるのが、画素電極229とブラックマトリクス224とで形成される蓄積容量である。本実施例では、第2および第3の層間絶縁膜としてアクリルを用いるため、ポリイミドと比較して平坦性の優れた層間絶縁膜を得ることができる。

【0139】また、本実施例では、陽極酸化膜を無機層218として用いたため、誘電率の大きい無機層を残留応力によるピーリング等を起こさずに形成することができた。更に、パターニング後に陽極酸化を行ったためブラックマトリクスの外部表面の全面に陽極酸化膜を形成することができ、パーティクル等により発生する表示不良を更に低減させることができた。

【0140】なお、本実施例のように、第2のドレイン電極225を設けることは、第2の層間絶縁膜と第3の層間絶縁膜とのエッチング速度の違いを考慮する必要がなく有効である。

【0141】本実施例では、画素電極としてITOを用いた透過型の液晶表示装置を作製したが、画素電極にAlやTi等の反射電極を用いて反射型の液晶表示装置を作製することも可能である。AlやTi等の反射電極は、スパッタ法を用いて形成すればよい。

【0142】〔実施例3〕本実施例は、図3Aにその構成を示すように逆スタガー型のTFTを用いた例である。また、本実施例では、無機層を積層構造とした例である。図6A～Cにその作製工程を示す。

【0143】まず、図6Aに示すように、基板301上にゲイト電極320a、320bを形成する。本実施例では、基板として、下地酸化珪素膜を100nm設けたガラス基板を用いた。また、ゲイト配線としてはスパッタ法で成膜したTaをパターニングすることにより形成した。

【0144】続いて、ゲイト配線を陽極として、リン酸アンモニウム水溶液を電界溶液とした陽極酸化によって陽極酸化膜315a、315bを形成する。この陽極酸化膜Ta₂O₅は、50～300nm、本実施例では100nm成膜し、ゲイト絶縁膜の一つとして機能する。

【0145】そして、窒化珪素膜をゲイト絶縁膜310として、150nmの膜厚に成膜する。その後、半導体層として非晶質珪素膜をプラズマCVD法を用いて50nmの膜厚に成膜する。

【0146】その後、エキシマレーザを照射することにより非晶質珪素膜を結晶化する。本実施例では、XeClを用いた波長308nmのレーザを用いて、室温で30Hz、200～400mJ/cm²、本実施例では300mJ/cm²の条件で線状に照射し、走査することにより結晶化を行う。

【0147】次に、結晶化した珪素膜をパターニングし、島状の結晶性珪素膜を形成する。

【0148】こうして形成された島状の結晶性珪素膜の上にレジストを形成し、ガラス基板側から露光することにより、ゲイト配線をマスクとするパターンを得ることができる。続いて、このパターンをマスクとして不純物を添加する。

【0149】本実施例では、不純物としてリンを5×10¹⁴cm⁻³のドーザ量で添加した。そして、再びエキシマ

レーザを照射することによりソース、ドレインを活性化する。本実施例では、波長が248nmのKrFレーザを用いて250mJ/cm²の条件で照射する。

【0150】こうして、ソース領域303、ドレイン領域304および不純物添加領域305と、ゲイト電極320a、320bの上に形成されたチャンネル領域302a、302bとを有したN型のTFTを得る。

【0151】次に、第1の層間絶縁膜311として酸化珪素膜をプラズマCVD法で400～1200nm、本実施例では600nmの膜厚に形成することにより、図6Aに示す状態を得る。

【0152】そして、実施例1と同様に、第1の層間絶縁膜にコンタクトホールを形成し、ソース配線を形成する。こうして、ソース電極321とドレイン電極322が形成される。同時に、ブラックマトリクスの引き出し電極も形成する。

【0153】続いて、第2の層間絶縁膜として酸化珪素膜とポリイミドの積層膜を形成する。酸化珪素膜312'はプラズマCVD法によりTEOSとO₂から200nm形成される。また、ポリイミド312''はスピナーを用いたスピンコーティング法により0.8μm形成される。

【0154】こうして形成された表面が平坦な第2の層間絶縁膜の上にブラックマトリクス323を設ける。本実施例ではブラックマトリクス323としてCrをスパッタ法を用いて200nm形成する。

【0155】更に、図6Bに示すようにブラックマトリクスの上に無機層を2層設ける。本実施例では、第1の無機層318としてDLC膜を第2の無機層319として酸化珪素膜を設ける。

【0156】DLC膜318は、炭化水素をイオン源としたイオンビーム堆積法を用いて50nmの膜厚に形成する。その後、酸化珪素膜319をSiH₄とO₂を用いたプラズマCVD法により100nmの膜厚に形成する。

【0157】そして、レジストを塗布し、パターニングすることによりパターンを形成する。続いて、パターンをマスクとしてフッ素系のエッチャントを用いてドライエッチングすることにより酸化珪素膜319をエッチングする。そして、エッチャントを酸素系のエッチャントとして、DLC膜318のエッチングとパターンのアッシングを同時に行う。

【0158】次に、無機層をマスクとして塩素系のエッチャントを用いたドライエッチングにより、ブラックマトリクス323をパターニングする。こうして、図6Cに示すようにパターニングされたブラックマトリクス324を得る。

【0159】このように、無機層318、319を形成した後であって、且つ第3の層間絶縁膜313を形成する前に、少なくとも1回（本実施例では無機層を2層と

ブラックマトリクスとで3回)のパターニング工程を有している。

【0160】続いて、第3の層間絶縁膜313として、アクリルを0.3 μ mの膜厚に形成する。アクリルは、スピナーを用いたスピンコーティング法で形成する。

【0161】そして、第2の層間絶縁膜312'、312"と第3の層間絶縁膜313に、ドレイン電極322へのコンタクトホールを開口する。このエッチングは、フッ素系のエッチャントを用いたドライエッチングにより行う。そして、画素電極329としてITOを形成し図3Aに示す状態を得る。

【0162】こうして、形成された液晶表示装置のTFT基板は、領域Yで示す蓄積容量を有している。この蓄積容量には、無機層としてDLC膜と酸化珪素膜の積層構造となっており、単位面積当たりの容量を増やすことができ、且つ漏洩電流も少なくすることができた。

【0163】また、DLC膜をエッチングする際にパターンをアッシングすることができたため、多層としたことによる工程数の増加を減らすことができた。

【0164】本実施例では、画素電極としてITOを用いた透過型の液晶表示装置を作製したが、画素電極にA1やTi等の反射電極を用いて反射型の液晶表示装置を作製することも可能である。A1やTi等の反射電極は、スパッタ法を用いて形成すればよい。

【0165】本実施例では、ブラックマトリクス324と無機層318、319とを自己整合的に形成したため同一形状となっているが、ブラックマトリクスをパターニング工程で過剰にエッチングすることにより、少なくとも無機層の一つをひさし型とした構成をとると、ブラックマトリクスの端部においても有機樹脂のパーティクルによるショートから保護することができ好ましかった。

【0166】本実施例では、ソース配線と同時に形成したドレイン電極だけを設けた構成であるが、実施例2で概略説明したように、ブラックマトリクスを用いた第2のドレイン電極を設けた構成としてもよい。

【0167】なお、本実施例のように、第2の層間絶縁膜312'、312"が積層である場合や第2の層間絶縁膜と第3の層間絶縁膜とが異なる場合に第2のドレイン電極を設けることは、エッチング速度の違いを考慮する必要がなく有効である。

【0168】[実施例4] 本実施例は、画素部に本発明の構成を利用した液晶表示装置の利用例を示す。図7A~Fにその利用例の概略図を示す。

【0169】図7AはPDAの情報表示部に本発明を利用した液晶表示装置を利用した例である。本体2001は、表示装置2005、集積化回路2006およびカメラ部を有している。ここで、表示装置2005のブラックマトリクスと画素電極との間には無機層が挟まれている。具体的には、実施例1乃至3のTFT基板を利用し

ている。

【0170】図中の2002は、画像を入力するためのカメラ部であり、操作スイッチ2004で操作する。受像部2003は、CCD素子やCMOS固体撮像素子で構成されている。

【0171】図7BはHMD(Head Mounted Display)の表示部に本発明を利用した液晶表示装置を利用した例である。本体2101は、表示装置2102およびバンド部2103から構成されている。ここで、表示装置2102に本発明の構成を利用している。具体的には、実施例1乃至3のTFT基板を利用している。

【0172】図7Cはカーナビゲーションシステムの表示部に本発明を利用した液晶表示装置を利用した例である。本体2201は、表示装置2202、操作スイッチ2203およびアンテナ2204から構成されている。ここで、表示装置2202に本発明の構成を利用している。具体的には、実施例1乃至3のTFT基板を利用している。

【0173】図7DはPHSの情報表示部に本発明を利用した液晶表示装置を利用した例である。本体2301は、音声出力部2302、音声入力部2303、表示装置2304、操作スイッチ2305およびアンテナ2306から構成されてから構成されている。ここで、表示装置2304に本発明の構成を利用している。具体的には、実施例1乃至3のTFT基板を利用している。

【0174】図7Eはビデオカメラの表示部に本発明を利用した液晶表示装置を利用した例である。本体2401は、表示装置2402、音声入力部2403、操作スイッチ2404、バッテリー2405、受像部2406および集積化回路2407から構成されている。ここで、表示装置2402に本発明の構成を利用している。具体的には、実施例1乃至3のTFT基板を利用している。

【0175】図7Fはプロジェクタに本発明を利用した液晶表示装置を利用した例である。本体2501は、光源2502、表示装置2503、光学系2504およびスクリーン2505から構成されてから構成されている。ここで、表示装置2503に本発明の構成を利用している。具体的には、実施例1乃至3のTFT基板を利用している。

【0176】

【発明の効果】このように、ブラックマトリクスと画素電極との間に無機層を設けることにより、従来よりも単位面積当たりの容量が大きい蓄積容量を設けることができ、従来の無機層を設けない液晶表示装置に比べて、本発明を用いて作製した液晶表示装置は、コントラスト比が20~30%向上した。

【0177】また、単位面積当たりの容量が大きくなったため、蓄積容量に用いる面積を小さくすることができ、その結果、開口率を大きくすることが実現できた。

また、本発明を用いることにより、従来と同じパネルサイズで、より高精細化を実現することが可能となる。

【0178】さらに、無機層を設けることによって、従来、第3の層間絶縁膜である有機樹脂のパーティクルによる表示不良を従来の1/10に減らすことができた。SXGAのパネルは約130万画素を有しているが、0.5 μ m以下のパーティクルによる表示不良を数個以内に抑えることができた。また、無機層を設けたことにより、パーティクルの影響が緩和され、第3の層間絶縁膜の膜厚を薄くすることが可能となり、更に、蓄積容量を大きくすることができる。

【0179】また、ブラックマトリクスに限らず、有機樹脂に挟まれた導電層に対して、無機層を設けることにより、パーティクルによるショートを防止することができる。

【0180】ブラックマトリクスと無機層を自己整合的に形成したことにより、無機層の応力を緩和することができ、ピーリングを減らすことができる。

【図面の簡単な説明】

- 【図1】 本発明の構成の上面図
- 【図2】 本発明の構成の断面図
- 【図3】 本発明の構成の断面図
- 【図4】 本発明の構成の作製工程図
- 【図5】 本発明の構成の作製工程図
- 【図6】 本発明の構成の作製工程図
- 【図7】 本発明の構成を有する表示装置の利用例
- 【図8】 従来の構成の断面図
- 【図9】 コンタクトホール形状図

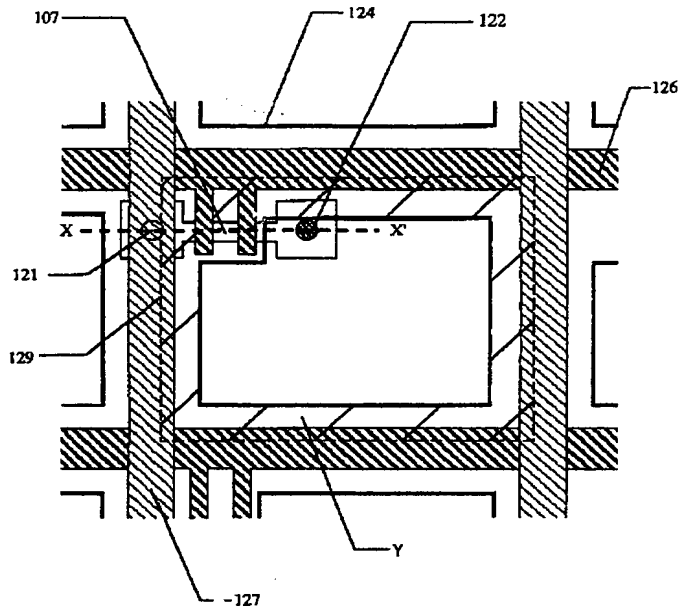
【符号の説明】

- | | | | |
|-----|-------------------|-----|-------------------|
| 101 | 基板 | 130 | レジスト |
| 102 | チャネル領域 | 201 | 基板 |
| 103 | ソース領域 | 202 | チャネル領域 |
| 104 | ドレイン領域 | 203 | ソース領域 |
| 105 | 不純物添加領域 | 204 | ドレイン領域 |
| 106 | 低不純物領域 | 205 | 不純物添加領域 |
| 107 | 半導体層 | 206 | 低不純物領域 |
| 110 | ゲイト絶縁膜 | 210 | ゲイト絶縁膜 |
| 111 | 第1の層間絶縁膜 | 211 | 第1の層間絶縁膜 |
| 112 | 第2の層間絶縁膜 | 212 | 第2の層間絶縁膜 |
| 113 | 第3の層間絶縁膜 | 213 | 第3の層間絶縁膜 |
| 115 | 陽極酸化膜 | 215 | 陽極酸化膜 |
| 118 | 無機層 | 218 | 無機層 |
| 120 | ゲイト電極 | 220 | ゲイト電極 |
| 121 | ソース電極 | 221 | ソース電極 |
| 122 | ドレイン電極 | 222 | 第1のドレイン電極 |
| 123 | ブラックマトリクス | 224 | パターニングしたブラックマトリクス |
| 124 | パターニングしたブラックマトリクス | 225 | 第2のドレイン電極 |
| 126 | ゲイト配線 | 229 | 画素電極 |
| 127 | ソース配線 | 230 | レジスト |
| 129 | 画素電極 | 301 | 基板 |
| | | 302 | チャネル領域 |
| | | 303 | ソース領域 |
| | | 304 | ドレイン領域 |
| | | 305 | 不純物添加領域 |
| | | 310 | ゲイト絶縁膜 |
| | | 311 | 第1の層間絶縁膜 |
| | | 312 | 第2の層間絶縁膜 |
| | | 313 | 第3の層間絶縁膜 |
| | | 315 | 陽極酸化膜 |
| | | 318 | 無機層 |
| | | 319 | 無機層 |
| | | 320 | ゲイト電極 |
| | | 321 | ソース電極 |
| | | 322 | ドレイン電極 |
| | | 323 | ブラックマトリクス |
| | | 324 | パターニングしたブラックマトリクス |
| | | 329 | 画素電極 |
| | | 801 | 基板 |
| | | 802 | チャネル領域 |
| | | 803 | ソース領域 |
| | | 804 | ドレイン領域 |
| | | 805 | 不純物添加領域 |
| | | 810 | ゲイト絶縁膜 |
| | | 811 | 第1の層間絶縁膜 |
| | | 812 | 第2の層間絶縁膜 |
| | | 813 | 第3の層間絶縁膜 |
| | | 820 | ゲイト電極 |
| | | 821 | ソース電極 |
| | | 822 | 第1のドレイン電極 |

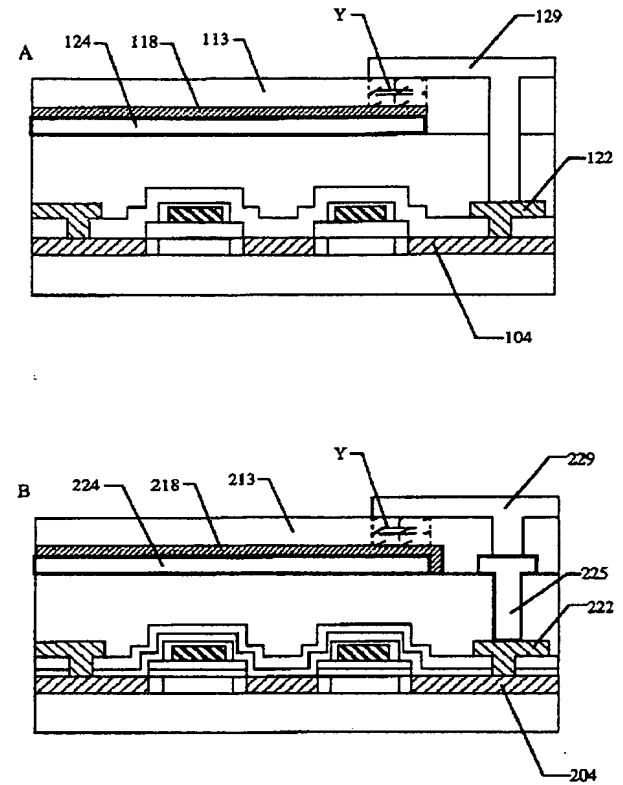
824 バターニングしたブラックマトリクス
 825 第2のドレイン電極
 829 画素電極
 904 ドレイン領域

912 第2の層間絶縁膜
 913 第3の層間絶縁膜
 918 窒化珪素膜

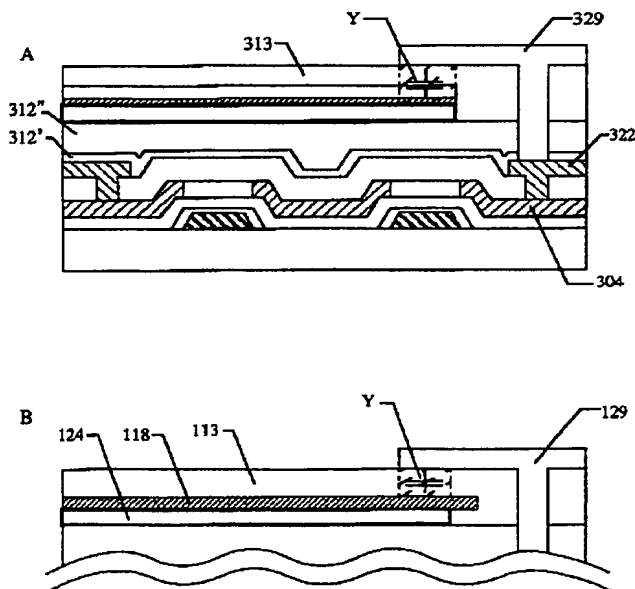
【図1】



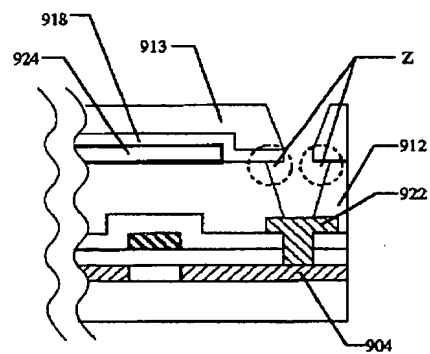
【図2】



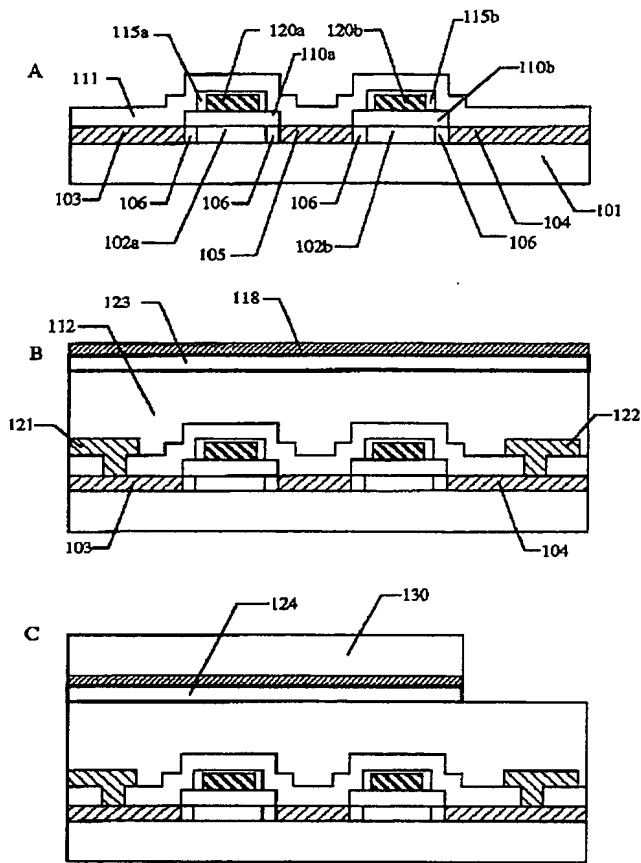
【図3】



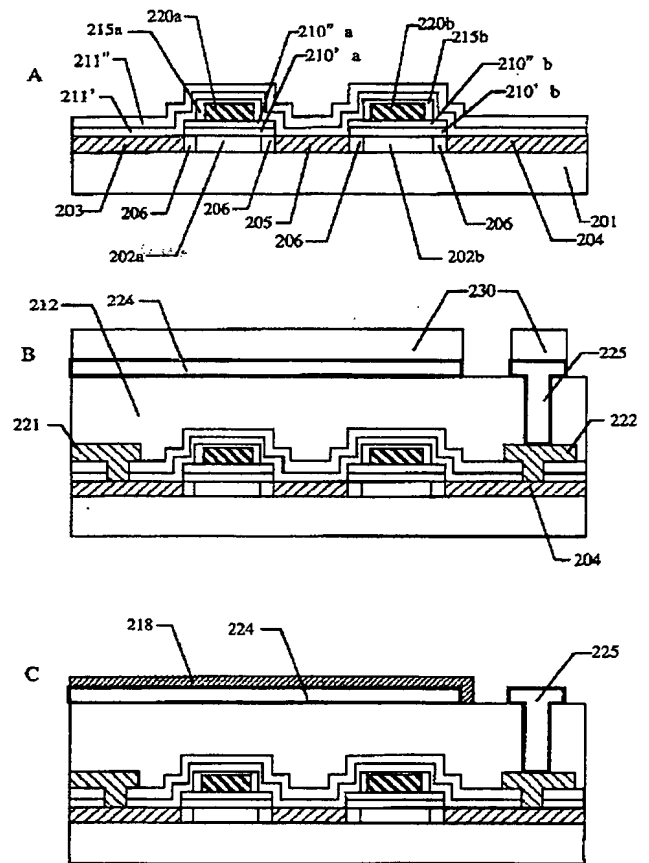
【図9】



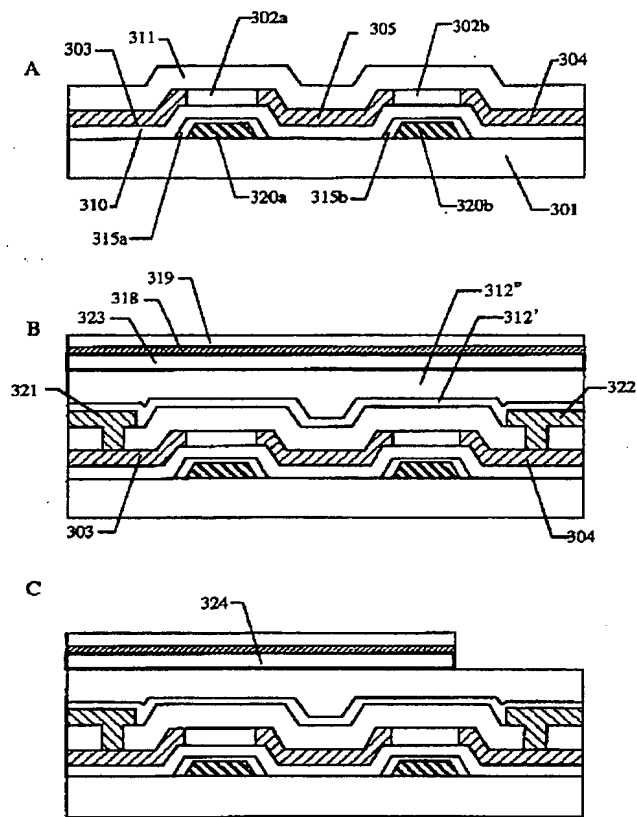
【図4】



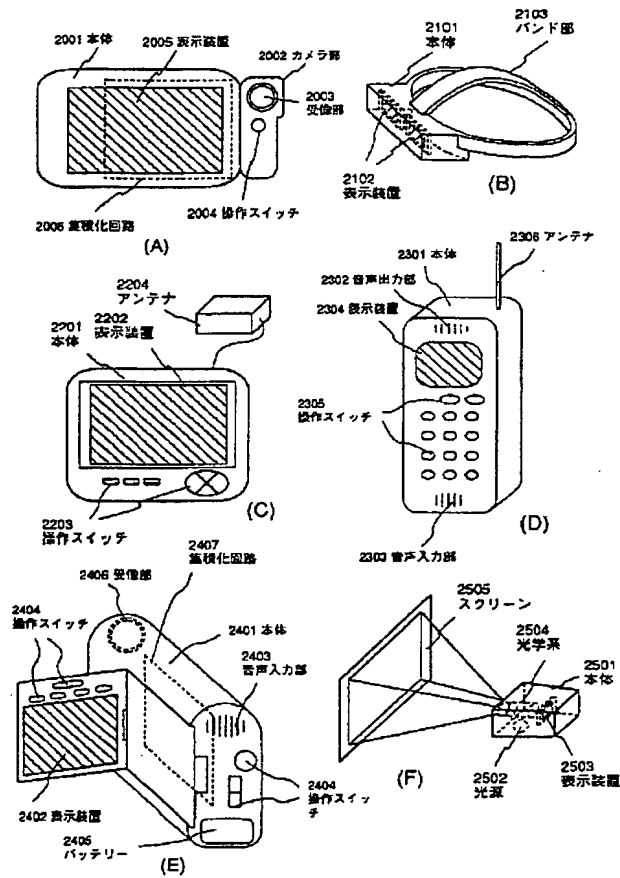
【図5】



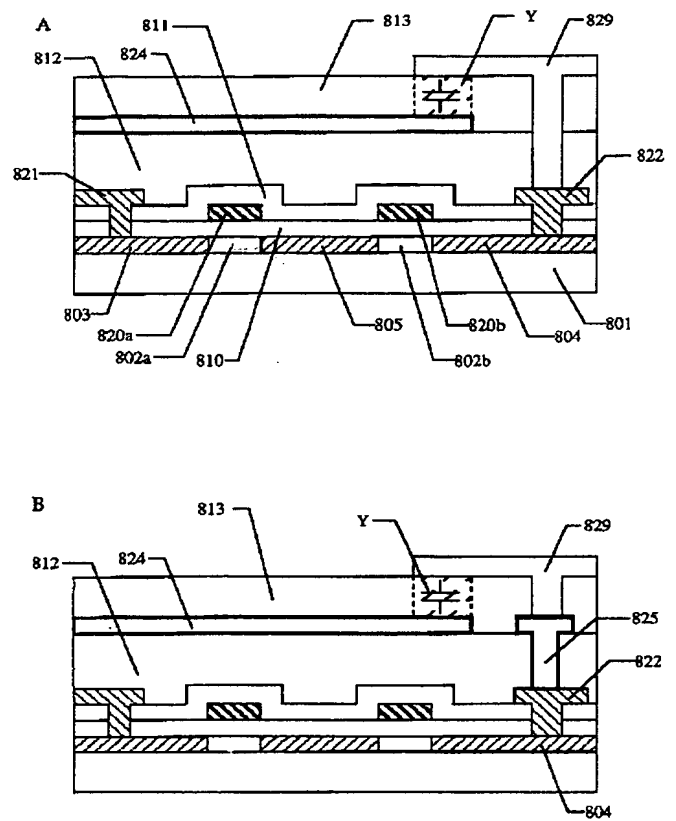
【図 6】



【図7】



【図8】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.